

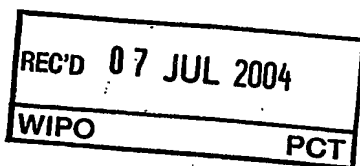
IB/2004/051115



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets



Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03102176.9 ✓

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:
Application no.: 03102176.9 ✓
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 16.07.03 ✓
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Elektrolumineszierende Vorrichtung mit homogener Helligkeit

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

H01L51/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Elektrolumineszierende Vorrichtung mit homogener Helligkeit

Die Erfindung betrifft eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche ein Substrat und einen Schichtkörper aus mindestens einer ersten Elektrode, einer elektrolumines-
5 zierenden Schicht und einer zweiten Elektrode aufweist.

Elektronisch angesteuerte Anzeigesysteme sind in unterschiedlichen Ausführungs-
formen auf der Basis verschiedener Prinzipien bekannt und weit verbreitet.

10 Ein Prinzip verwendet organische licht-emittierende Dioden, sogenannte OLEDs, als Lichtquelle. Organische licht-emittierende Dioden sind aus mehreren Funktions-
schichten aufgebaut. In „Philips Journal of Research, 1998, 51, 467“ ist ein typischer
Aufbau einer OLED beschrieben. Ein typischer Aufbau umfasst eine Schicht ITO
(Indium Tin Oxide) als transparente Elektrode (Anode), eine leitende Polymerschicht,
15 eine elektrolumineszierende Schicht, d. h. eine Schicht aus einem lichtemittierenden
Material, insbesondere aus einem lichtemittierenden Polymer, und eine Elektrode
(Kathode) aus einem Metall, vorzugsweise ein Metall mit geringer Austrittsarbeit. Ein
derartiger Aufbau ist üblicherweise auf einem Substrat, meist Glas, aufgebracht. Durch
das Substrat erreicht das erzeugte Licht den Betrachter. Eine OLED mit einem licht-
20 emittierenden Polymer in der elektrolumineszierenden Schicht wird auch als polyLED
oder PLED bezeichnet.

Der Verlauf der Helligkeit als Funktion der angelegten Spannung aller organischen
LEDs ist durch eine sogenannte Schwellenspannung, oberhalb der Lumineszenz
25 beobachtet wird, und einen anschließenden sehr steilen, linearen Anstieg der Helligkeit
gekennzeichnet.

Die Schwellenspannung liegt etwa im Bereich von 3 bis 8 V. Oberhalb der Schwellen-
spannung nimmt die Helligkeit etwa um einen Faktor 4 zu, wenn die angelegte
30 Spannung um 1 V erhöht wird.

Effiziente OLEDs zeichnen sich durch eine niedrige Schwellenspannung aus und werden bei niedrigen Spannungen von 2 bis 8 V betrieben.

- 5 Um eine gleichmäßige Helligkeit über die emittierende Fläche zu gewährleisten, darf der Spannungsabfall über die Kathode und über die Anode nicht zu groß sein. Neben einer verminderten Helligkeit führt der Spannungsabfall außerdem zu einer Reduktion der Effizienz der OLED.
- 10 Der Spannungsabfall U über eine Elektrode einer elektrolumineszierenden Vorrichtung wird in guter Näherung durch folgende Gleichung beschrieben:

$$U = \frac{\rho d I}{F_E} F_{EL}$$

- 15 ρ = spezifischer Widerstand der Elektrode,
 d = Breite der Elektrode,
 I = Stromdichte,
 F_E = Querschnittsfläche der Elektrode,
 F_{EL} = Fläche der elektrolumineszierenden Vorrichtung.

- 20 Der Spannungsabfall über eine 100 nm dicke Elektrode aus $\text{SnO}_2:\text{In}$ (ITO) mit einem spezifischen Widerstand ρ von $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ und einer Stromdichte I von $2 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ beträgt

25
$$U = \frac{10^{-4} \Omega \text{cm} \cdot 2 \text{mA} \cdot 10^5}{\text{cm}^2 \cdot \text{cm}} d^2 = \frac{20 \text{mV}}{\text{cm}^2} d^2$$

Eine Stromdichte I von $2 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ wird beispielsweise bei einer Effizienz von ungefähr $30 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$ und einem emittierten Lichtfluss von ungefähr 3000 Lumen bei einer Betriebsspannung von 5 V erreicht.

Somit nimmt die Helligkeit einer 10 cm breiten Lichtquelle um mehr als einen Faktor 5 über die Breite ab. Bei einer 10 cm x 10 cm großen Fläche, die rundum kontaktiert ist, nimmt die Helligkeit vom Rand bis zur Mitte um mehr als einen Faktor 5 ab.

- 5 Der spezifische Widerstand der Elektrode aus ITO kann nur linear mit Erhöhen der Schichtdicke verkleinert werden. Dies führt jedoch zu erhöhten Herstellungskosten und einer verminderten optischen Transmission der Elektrode. Zwar besitzen Metalle einen deutlich kleineren spezifischen Widerstand als ITO, jedoch müssen zur Erzielung einer ausreichenden optischen Transparenz die Schichtdicken metallischer Elektroden so
10 dünn sein, dass dadurch kein nennenswerter Vorteil erreicht wird.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine elektrolumineszierende Vorrichtung bereitzustellen, die eine homogene Helligkeit über die gesamte elektrolumineszierende Vorrichtung aufweist.

- 15 Diese Aufgabe wird gelöst durch eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche ein Substrat, eine metallische Struktur und einen Schichtkörper aus mindestens einer ersten Elektrode, einer elektrolumineszierenden Schicht und einer zweiten Elektrode aufweist, wobei die metallische Struktur in elektrischem Kontakt mit der ersten Elektrode ist und
20 der Schichtwiderstand der metallischen Struktur niedriger als der Schichtwiderstand der ersten Elektrode ist.

- Durch den elektrischen Kontakt der metallischen Struktur mit der ersten transparenten Elektrode wird der Schichtwiderstand der ersten transparenten Elektrode und so der
25 Spannungsabfall über die erste transparente Elektrode vermindert.

- Mit Hilfe der vorteilhaften Ausführungsform gemäß des Anspruchs 2 kann die vorteilhafte elektrolumineszierende Vorrichtung auf einfache und preiswerte Weise erhalten werden, ohne dass der Herstellungsprozess um Abscheidungs- und Strukturierungsschritte erweitert werden muss. Weiterhin ist diese Ausführungsform vorteilhaft bei
30 elektrolumineszierenden Vorrichtungen mit dünnen Schichten.

Mit Hilfe der vorteilhaften Ausführung gemäß Anspruch 3 kann der Schichtwiderstand der ersten Elektrode besonders effektiv erniedrigt werden.

Durch die vorteilhafte Ausgestaltung gemäß Anspruch 4 ist der Flächenanteil des
5 Metalls klein gegenüber der Gesamtfläche des Substrats, so dass die Reflexionsverluste gering sind und die Emission des Lichtes homogen ist.

Mit Hilfe der vorteilhaften Ausgestaltung gemäß Anspruch 5 kann das Muster der metallischen Struktur vorhandenen Strukturen innerhalb des Schichtaufbaus angepasst
10 werden.

Im folgenden soll anhand von zwei Figuren und zwei Ausführungsbeispielen die Erfindung näher erläutert werden. Dabei zeigt

15 Fig. 1 im Querschnitt eine erfindungsgemäße elektrolumineszierende Vorrichtung und

Fig. 2 im Querschnitt eine weitere erfindungsgemäße elektrolumineszierende Vorrichtung.

20 Gemäß Fig. 1 weist eine elektrolumineszierende Vorrichtung ein Substrat 1, vorzugsweise eine transparente Glasplatte oder eine transparente Plastikplatte, auf. Die Plastikplatte kann beispielsweise Polyethylenterephthalat (PET) enthalten. An das Substrat 1 grenzt ein Schichtkörper, welcher wenigstens eine erste Elektrode 2, eine
25 elektrolumineszierende Schicht 3 und eine zweite Elektrode 4 enthält. Die erste Elektrode 2 fungiert als Anode und die zweite Elektrode 4 fungiert als Kathode.

Die erste Elektrode 2 ist vorzugsweise transparent und kann beispielsweise p-dotiertes Silicium, indium-dotiertes Zinnoxid (ITO) oder antimon-dotiertes Zinnoxid (ATO)
30 enthalten. Bevorzugt enthält die erste Elektrode 2 ITO. Die erste Elektrode 2 ist nicht strukturiert, sondern als eine Fläche ausgeführt. Die zweite Elektrode 4 kann beispiels-

- weise ein Metall wie Aluminium, Kupfer, Silber oder Gold, eine Legierung oder n-dotiertes Silicium enthalten. Es kann bevorzugt sein, dass die zweite Elektrode 4 zwei oder mehr leitfähige Schichten aufweist. Es kann insbesondere bevorzugt sein, dass die zweite Elektrode 4 eine erste Schicht aus einem Erdalkalimetall, wie beispielsweise
- 5 Calcium oder Barium, und eine zweite Schicht aus Aluminium enthält. Die zweite Elektrode 4 ist vorzugsweise strukturiert und weist eine Vielzahl an parallelen Streifen aus dem leitfähigen Material bzw. aus den leitfähigen Materialien auf. Alternativ kann die zweite Elektrode 4 nicht strukturiert und als eine Fläche ausgeführt sein.
- 10 Die elektrolumineszierende Schicht 3 kann ein licht-emittierendes Polymer oder kleine, organische Moleküle enthalten. Je nach Art des verwendeten Materials in der elektrolumineszierenden Schicht 3 wird die Vorrichtung als LEP (Light Emitting Polymer) bzw. auch als polyLED oder smOLED (Small Molecule Organic Light Emitting Diode) bezeichnet. Vorzugsweise enthält die elektrolumineszierende Schicht 3 ein lichtemittierendes Polymer. Als licht-emittierendes Polymer kann beispielsweise Poly(*p*-
- 15 Phenylvinyl) (PPV) oder ein substituiertes PPV, wie zum Beispiel dialkoxysubstituiertes PPV, verwendet werden.

- Bei Anlegen einer entsprechenden Spannung, typischerweise einige Volt, an die Elektroden 2, 4 werden positive und negative Ladungsträger injiziert, die zur elektrolumineszierenden Schicht 3 wandern, dort rekombinieren und dabei Licht erzeugen. Dieses Licht gelangt durch die erste Elektrode 2 und das Substrat 1 zum Betrachter. Ist die elektrolumineszierende Schicht 3 mit fluoreszierenden Farbstoffen dotiert, so regt das durch eine Elektron-Loch-Rekombination erzeugte Licht die Farbstoffe an, welche
- 25 wiederum Licht, beispielsweise in einer der drei Grundfarben, emittieren.

- Alternativ kann der Schichtkörper zusätzliche Schichten wie beispielsweise eine Löcher-transportierende Schicht und/oder eine Elektronen-transportierende Schicht aufweisen. Eine Löcher-transportierende Schicht ist zwischen der ersten Elektrode 2
- 30 und der elektrolumineszierenden Schicht 3 angeordnet. Eine Elektronen-transport-

tierende Schicht befindet sich zwischen der zweiten Elektrode 4 und der elektrolumineszierenden Schicht 3. Beide Schichten enthalten vorzugsweise leitfähige Polymere. Eine Löcher-transportierende Schicht kann beispielsweise eine Mischung aus Polyethylenedioxythiophen (PDOT) und Poly(styrenesulfonat) enthalten.

5

Vorzugsweise in dem Substrat 1 ist eine metallische Struktur 5 eingebracht, welche beispielsweise Aluminium, Kupfer, Silber oder Gold oder eine Legierung enthält. Die metallische Struktur 5 kann beispielsweise Streifen, insbesondere parallele Streifen enthalten. Der Abstand zwischen den einzelnen Streifen kann, muss aber nicht, konstant
10 sein. Alternativ kann die metallische Struktur 5 ein Gitternetz aus einer Vielzahl, senkrecht zueinander angeordneter Streifen sein. Die metallische Struktur 5 kann auch parallel angeordnete Schlangenlinien, Zick-Zack-Linien, Sägezahn-Linien oder ähnliche Muster enthalten. Das Muster der metallischen Struktur 5 kann dadurch auch an vorhandene Muster im Schichtaufbau des Schichtkörpers angepasst werden.

15

Zur Herstellung einer metallischen Struktur 5 in einem Substrat 1 aus Glas kann ein Gitter aus einem metallischen Draht in das noch flüssige Glas eingewalzt werden. Alternativ können auch nur einzelne metallische Drähte in das flüssige Glas eingewalzt werden.

20

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung einer metallischen Struktur 5 in einem Substrat 1 aus Glas ist, mittels bekannter Verfahren Gräben in dem Substrat 1 aus Glas zu erzeugen und diese Gräben mit einem Metall oder einer Legierung aufzufüllen. Ein geeignetes Verfahren zur Herstellung der Gräben ist beispielsweise Sandstrahlen. Das
25 Auffüllen der Gräben kann zum Beispiel mittels Aufdampfverfahren, Siebdruck von leitfähigen Metallpasten oder photolithografischer Verfahren erfolgen.

Alternativ kann, wie in Fig. 2 gezeigt, die metallische Struktur 5 auf dem Substrat 1 aufgebracht sein. Dies kann beispielsweise mittels Aufdampfverfahren, Siebdruck von
30 leitfähigen Metallpasten oder photolithografischer Verfahren erfolgen.

In beiden Fällen ist es bevorzugt, dass die metallische Struktur nicht mehr als 10 % der Fläche des Substrats 1 bedeckt. Im Fall, dass sich die metallische Struktur 5 im Substrat 1 befindet, heißt bedecken, dass die Fläche des Substrats, die an die erste Elektrode 2 grenzt bis zu 10 % der metallischen Struktur enthält.

5

Metalle besitzen einen niedrigeren spezifischen Widerstand als ITO. So beträgt der spezifische Widerstand ρ von ITO $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$, der spezifische Widerstand ρ von Al $0.027 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ und der spezifische Widerstand ρ von Ag $0.016 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$. Der Schichtwiderstand einer metallischen Schicht hängt jedoch auch von der Schichtdicke ab, so dass der Schichtwiderstand einer dickeren Schicht niedriger ist als bei einer dünneren Schicht aus demselben leitfähigen Material.

10

Durch den elektrischen Kontakt der metallischen Struktur 5 mit niedrigerem Schichtwiderstand als die erste Elektrode wird insgesamt der Schichtwiderstand der ersten Elektrode 2 vermindert.

15

So kann mit Hilfe einer metallischen Struktur 5 aus Ag-Streifen, die eine Dicke von 16 μm aufweisen bei einer Flächenbedeckung der metallischen Struktur 5 von einem Prozent der Schichtwiderstand einer 160 nm dicken Schicht aus ITO um einen Faktor 100 vermindert werden.

20

Durch den verminderten Schichtwiderstand wird der Spannungsabfall über den Bereich der ersten Elektrode 2 deutlich reduziert. Die elektrolumineszierende Vorrichtung weist eine homogenere Lichtemission auf.

25

Ausführungsbeispiel 1

Ein 356 mm x 356 mm großes Glassubstrat 1 wird mit einer photoempfindlichen Schicht aus Polyurethan beschichtet. Die Polyurethanschicht wurde belichtet und derart strukturiert, so dass das Polyurethan in Streifen mit einem Abstand von 20 μm auf einer Breite von 200 μm entfernt wurde.

30

Anschließend wurde durch Sandstrahlen Glas in den nicht mit Polyurethan bedeckten Bereichen entfernt. Die Tiefe der Gräben betrug 350 µm.

5 Nachdem die restlichen Bereiche der Polyurethanschicht entfernt wurden, wurden die Gräben im Substrat 1 aus Glas mit einer leitfähigen Silberpaste durch mehrmaliges Siebdrucken aufgefüllt.

10 Anschließend wurden die Schichten des Schichtkörpers wie die erste Elektrode 2 aus ITO, eine Löcher-transportierende Schicht aus Polyethyldioxythiophen (PDOT) und Poly(styrensulfonat), eine elektrolumineszierende Schicht 3 aus PPV und eine zweite, unstrukturierte Elektrode 4 aus einer ersten, 5 nm dicken Schicht mit Barium und einer zweiten, 200 nm dicken Schicht Aluminium mittels bekannter Verfahren aufgebracht.

15 Es wurde eine elektrolumineszierende Vorrichtung mit verbesserter Homogenität der Lichtemission erhalten.

Ausführungsbeispiel 2

20 In ein noch flüssiges Glassubstrat 1 wurde ein Cu-Drahtgitter mit einer Schichtdicke der einzelnen Drähte von 400 µm und einer Breite von 200 µm eingewalzt. Der Abstand der einzelnen Drähte betrug 25 mm.

25 Nach Abkühlen und Erstarren des Glassubstrats 1 wurden die weiteren Schichten analog zu Ausführungsbeispiel 1 aufgebracht.

Es wurde eine elektrolumineszierende Vorrichtung mit verbesserter Homogenität der Lichtemission erhalten.

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrolumineszierende Vorrichtung, welche ein Substrat (1), eine metallische Struktur (5) und einen Schichtkörper aus mindestens einer ersten Elektrode (2), einer elektrolumineszierenden Schicht (3) und einer zweiten Elektrode (4) aufweist, wobei die metallische Struktur (5) in elektrischem Kontakt mit der ersten Elektrode (2) ist und
5 der Schichtwiderstand der metallischen Struktur (5) niedriger als der Schichtwiderstand der ersten Elektrode (2) ist.

2. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die metallische Struktur (5) in dem Substrat (1) eingebracht ist.

3. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schichtdicke der metallischen Struktur (5) größer als die Schichtdicke der
15 ersten Elektrode (2) ist.

4. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die metallische Struktur (5) bis zu 10 % der Fläche des Substrats bedeckt.
20

5. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die metallische Struktur (5) eine Struktur ausgewählt aus der Gruppe der Streifen, der Gitter, Schlangenlinien, Zick-Zack-Linien und Sägezahn-Linien aufweist.
25

ZUSAMMENFASSUNG

Elektrolumineszierende Vorrichtung mit homogener Helligkeit

- 5 Die Erfindung beschreibt eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche ein Substrat, eine metallische Struktur und einen Schichtkörper aus mindestens erster Elektrode, elektrolumineszierender Schicht und zweiter Elektrode aufweist. Die metallische Struktur, die in elektrischem Kontakt mit der ersten Elektrode ist, weist einen niedrigeren Schichtwiderstand als die zweite Elektrode auf. Durch den elektrischen Kontakt mit der
- 10 ersten Elektrode wird der Schichtwiderstand der ersten Elektrode und damit der Spannungsabfall über die zweite Elektrode erniedrigt.

Fig. 1

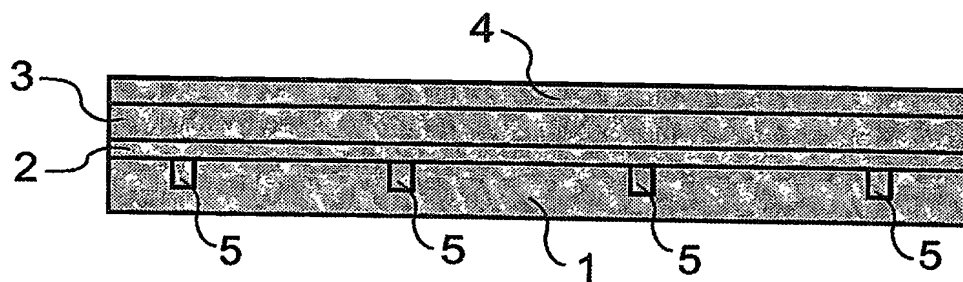


FIG. 1

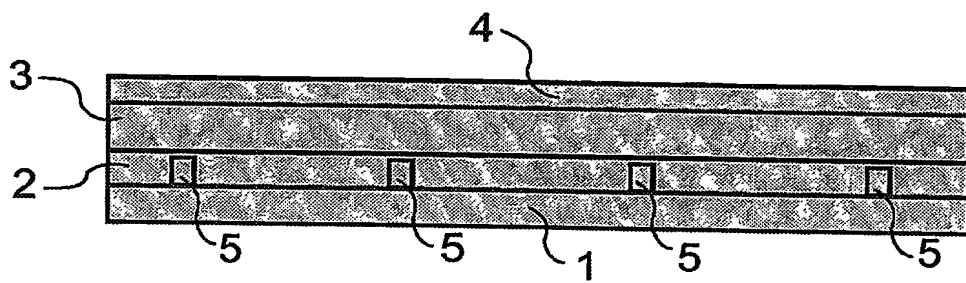


FIG. 2

PCT/IB2004/051115

